

PAT-NO: JP362269221A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 62269221 A

TITLE: THREE-DIMENSIONAL COORDINATE
INDICATING SYSTEM

PUBN-DATE: November 21, 1987

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ONO, SHOGO

EBINA, OSAMU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP61113194

APPL-DATE: May 17, 1986

INT-CL (IPC): G06F003/033

ABSTRACT:

PURPOSE: To easily indicate an optional position in a three-dimensional graphic, by displaying a locus through which a cursor has moved, on a screen, when an operator moves the cursor in an optional direction on a three-dimensional graphic which has been displayed.

CONSTITUTION: A cursor 102 displays one point 103 on a polyhedron 101, an operator moves the cursor to a position 104, and it is supposed that he has an intention for reporting this position 104 to a host device. In this case, the operator operates a lever 106 of an input device 105, and

moves the cursor on
the surface of the polyhedron 101, so as to bring it close to
the object
position 104. In this case, by displaying a locus 109
through which the cursor
has moved, the operator can recognize in what position of the
polyhedron 102
the cursor exists. When the cursor has reached the object
position 104 on the
polyhedron 102, when the operator depresses an input
instructing switch 107 on
the lever 106, its three-dimensional coordinate value is
reported to the host
device.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio

⑤ Int. Cl.⁴

G 06 F 3/033

識別記号

3 3 0

庁内整理番号

F-7165-5B

④ 公開 昭和62年(1987)11月21日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 3次元座標指示方式

⑮ 特 願 昭61-113194

⑯ 出 願 昭61(1986)5月17日

⑰ 発 明 者 小 野 正 吾

⑱ 発 明 者 海 老 名 修

⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所

⑳ 代 理 人 弁理士 鈴木 誠

秦野市堀山下1番地 株式会社日立製作所神奈川工場内

秦野市堀山下1番地 株式会社日立製作所神奈川工場内

東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

明 細 書

1. 発明の名称

3次元座標指示方式

2. 特許請求の範囲

(1) 3次元図形を表示する表示装置において、3次元図形上の任意の位置にカーソルを設定する手段を設け、操作者の指示に従って、前記カーソルを3次元図形上に制限した空間で移動させると共に該カーソルの移動した軌跡を表示し、操作者に該カーソルと3次元図形との位置関係を確認させて位置指定することとを特徴とする3次元座標指示方式。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は3次元図形の表示装置に係り、特に表示装置が2次元の表示画面を持つような場合に好適な3次元座標の指示方式に関する。

〔従来の技術〕

一般に表示装置においては、図形の表示に2次元のCRTディスプレイ、液晶ディスプレイ、プ

ラズマディスプレイ等が使用され、表示図形の指示にはマウス等の2次元ポインティングデバイスやタブレット等が使用されている。一方、図形表示処理の進歩により、このような2次元平面のディスプレイに3次元図形の表示が比較的容易に行えるようになってきた。例えばPIXEL No.32(1985-5)「特集 コンピュータグラフィックスによるリアルなイメージ生成とその適用技術」には、3次元図形を表示する技術として、陰線/陰影処理、半透明表示、セクショニング、レイトレーシングによるシェーディング等により奥行を色や切断面表示で表わす技術が記載されている。〔発明が解決しようとする問題点〕

2次元平面のディスプレイに表示された3次元図形を、従来の2次元ポインティングデバイスで指示する場合を考えてみる。この場合、本来3次元空間上に定義した3次元図形は2次元平面に投影されて表示され、ポインティングデバイスも2次元座標しか指示できないため、該2次元空間の奥行方向の座標を指定することができない。この

ように、従来技術では、2次元の表示装置に3次元図形を表示する場合、その奥行きを色の濃淡等で表すなどして感覚的に理解せしめることは可能であっても、正確な位置付けを表現することができなかった。

本発明の目的は、3次元図形を表示する2次元の表示装置において、3次元図形上の任意の位置を容易に指示することができる3次元座標指示方式を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、3次元図形を表示する2次元の表示装置において、それが表示する3次元図形上の任意の位置にカーソルを設定できる手段を設け、操作者の指示に従って、カーソル移動させることにより、該カーソルを3次元図形上に制限した空間で移動させると共に、該カーソルの移動した軌跡を表示することにより、操作者に該カーソルと3次元図形との位置関係を確認させて位置指定することを特徴とする。

〔作用〕

いので、以後説明は省略する。

いま、カーソル102は多面体101上の一点103を表示しており、該カーソルを操作者が位置104に移動し、この位置104を上位装置へ報告する意図を持っているものとする。この場合、操作者は入力装置105のレバー106を操作して、カーソルを多面体101の表面上で移動させ、目的とする位置104に近づけるようにする。この時、カーソルが移動した軌跡109を表示することにより、操作者は多面体102のどの位置にカーソルがあるかを認識できる。多面体102上の目的とする位置104にカーソルが到達した時、操作者がレバー106上の入力指示スイッチ107を押せば、上位装置にその3次元座標値が報告される。

こゝで、カーソルを3次元空間を自由に移動させて多面体上の一点103を表す操作と、多面体の面上に制限された空間を移動させて多面体上の一点104を表す操作とは、任意の時点で任意回数切り換えて制御することにより、多面体上の一

操作者は、表示されている3次元図形上の任意の方向にカーソルを移動させるが、該カーソルの移動した軌跡が画面上に表示されることにより、該3次元図形の特徴とする部位との相対的位置が最も解かり易い移動方法によりポインティングしたい位置にカーソルを近づけることが可能となる。目的とするポインティング位置にカーソルが到達した時、その旨操作者が入力することにより、当該カーソルの示す3次元座標値の入力が完了する。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例について図面により説明する。

第1図は本発明によるカーソルの移動例を示したものである。表示画面100には多面体101が表示されている。102はカーソルであり、その任意方向への移動は操作者が入力装置105のレバー106を操作することにより行われる。該入力装置105のレバー106には入力指示スイッチ107がある。入力装置105上のもう一つのレバー108は本発明に関係するところではな

点の指示をより明確に、迅速に行うことが可能である。

第2図は操作者がカーソルを位置103から位置104に移動させるにあたり、入力装置105による多面体101上のカーソルの制御を示したものである。操作者が、入力装置105のレバー106を第2図に示すとおり前後左右に動かすと、各々中心点201に対する前後方向及び左右方向の変位情報として θ_1 、 θ_2 が入力される。この情報は各々カーソルの移動方向と移動速度に変換され、この情報により、カーソルの移動が行われる。

第3図はカーソルの移動方向とレバー106の変位量とについて更に詳細に表したものである。位置103（これを原点とする）が存在する面110とX軸、Y軸との関係は任意であるが、初期状態を1つに決定した後は変更しないものとする。入力装置105のレバー106をレバー位置202まで動かすと、レバーが中立の状態からの倒した角度(θ_1)と中立点201を中心とし左右方向とのなす角度(θ_2)がカーソルの移動速度3

02と移動方向301に対応する。

こゝで、カーソルが多面体101の辺111まで移動し、面112上を移動させる場合について説明する。第4図は、この様子を表したものである。面110と面112とは2次元平面400上に展開した2つの面であり、この2つの面の位置関係を保証する限りは、入力装置105とカーソル移動速度、移動方向の関係は変化することはない。第4図において、401は位置103のカーソルが多面体の辺111まで移動したことを示している。

次に、第5図によりカーソルが多面体の頂点113に移動した場合について考える。入力装置105のレバー106の変位が、範囲501になっている場合には、この範囲501を頂点113を含む面の数-1（この場合には2）で均等分割して各面の方向に割り当て、選ばれた面の頂点を2次元平面400の原点103にとり、その面を2次元平面400上に展開する。第6図は面114を選択した例である。この時、他の辺との位置関係は、任意であるが、初期状態を1つに決定した後は変更しないものとする。また、カーソルが均等分割した面の境界に移動した場合には、3次元空間上の辺に移動するものとし、頂点113を原点にして、この辺を含む2つ以上の面の中でいずれか1つを選択し、2次元平面400上に展開する。

以上に記載したカーソルの移動制御を行うことにより、カーソルが多面体101の表面上にある位置103から104を移動させることができる。この状態で入力装置106の入力指示スイッチ107を操作者が押すと、多面体上にある位置104を操作者が指定したとして、上位装置にその3次元座標値が報告される。また、移動後のカーソルの位置をより明確に表現するため、面上を移動したカーソルの軌跡を表示する。第1図では、該軌跡を109に示すとおり破線を用いているが、多面体と区別がつくものであれば、いかなる形状のものを用いても構わない。

第7図は本発明による表示装置の一実施例のブロック図である。

ロック図である。

上位装置からの図形コマンドは通信インターフェイス701を通じて全体の制御、演算部702が受信し、図形コマンド格納部704に格納する。受信が完了すると、図形コマンド格納部704内の図形コマンドは制御・演算部702によりドット情報に展開され、また、シェーディング等の3次元処理を施され、図形コマンド展開・3次元処理格納部（画面バッファ1）705に格納される。図形表示制御部708は画面バッファ705をスキャンし表示用信号を表示部制御710へ渡す。

一方、入力装置105を操作者が操作すると、その情報は入力装置インターフェイス703を通じて、制御・演算部702が受けとり、カーソル移動パラメータ用レジスタ707へ格納する。第8図にレジスタ707の内容を示す。レジスタ707が更新されると、制御・演算部702はその値に応じたカーソルの移動方向と移動速度を算出して表示する。これは2次元平面におけるカーソルの移動制御と同一の手法であるが、本発明の場合

には、表示にあたり、カーソル移動している面の配置情報を用いて、3次元空間上の座標に置換してからカーソル描画コマンド格納部706に蓄えられる。

このようにして、時々刻々と変化するカーソル移動に伴って発生するカーソル描画コマンドは、カーソル描画コマンド格納部（画面バッファ2）706に蓄積される。画面バッファ706の内容はカーソル表示制御部709が読み出し、表示用信号の形で表示制御部710へ渡す。表示制御部710は図形表示制御部708及びカーソル表示制御部709からの表示用信号を合成し、ディスプレイ711へ表示する。

カーソル描画コマンドは指示点（原点）と速度ベクトル（x方向の単位ベクトル）を有している。第11図（a）に該カーソル描画コマンドとカーソルの座標関係を示し、第11図（b）～（e）にカーソルの表示例を示す。例えば、第11図（e）の場合、カーソル描画コマンドは

線分始点 線分終点

① (1, 0, 0), (0, 0, 0)

② (1, 0, 0), (0.75, 0, 0.125)

③ (0, 1.125, 0.125), (0, -0.125, -0.125)

④ (0, -0.125, 0.125), (0, 0.125, -0.125)

表わされる。

第9図は本実施例の全体の動作を示すフローチャートである。まず、操作者は入力装置105を用いて、3次元図形上にカーソルを設定する(ステップ901)。その後、入力装置105からの入力の有無を判定し(ステップ902)、操作者によるカーソル移動指示があると、入力装置105の入力値に合せて、カーソル移動パラメータ用レジスタ707のカーソル位置及び移動の方向ベクトルを変更する(ステップ903)。次に表示面上の移動すべき位置にカーソルを表示し、移動指示前のカーソル位置からの変位をマークすることにより軌跡を表示するために、カーソル表示制御部709が解説できるカーソル描画コマンドに変換する(ステップ904)。このカーソル描画

コマンドによるカーソルおよびその軌跡は、即時に表示部制御710により表示される(ステップ905)。カーソル移動軌跡は、第12図に示すように、その時点でのレジスタ707が持つカーソル移動ベクトルに速度係数 $\mu \times (-1)$ を乗じて得られるベクトルをカーソル現在位置からの変位として、その点と現在位置とを結ぶ線分として表現される(即ち、カーソルの移動は微視的には直線の集合で表現できる)。この動作は、入力装置105の入力指示スイッチ107が押されるまで行われ、操作者は目的とする位置までカーソルを移動する(ステップ906)。入力指示スイッチ107が押されると、カーソル位置パラメータレジスタ707のカーソル位置が、通信インターフェイス701を通じて、上位装置に3次元座標値として報告される。

第9図におけるステップ903の詳細フローチャートを第10図に示す。ここでは、第3図で示される移動方向及び速度が第4図及び第5図で示される場合において、カーソル移動パラメータ用

レジスタ707の内容に変換される様子を示す。

まず、現時点におけるカーソルが、面の境界に達しているか否かを調べる(ステップ1001)。面の境界に到達していない場合は、カーソル移動パラメータ用レジスタ707内にあるカーソル位置に微少速度を加算したものを以って、次時点でのカーソル位置とする(ステップ1002)。

ステップ1001の判定により、現時点でのカーソル位置が、面の境界となっている場合には、面上の辺に存在するの、面上の頂点に存在するのかを判定する(ステップ1003)。現時点のカーソルが辺上に位置する場合には、その辺を含む2平面を検索し(ステップ1004)、この2つの面のなす角を求める(ステップ1005)。この角に従って、カーソル移動パラメータ用レジスタ707内の移動方向/速度(ベクトル表現)をこの辺を中心軸として回転させたものを以ってカーソルの移動方向/速度とする(ステップ1006)。この様にして変更したカーソル移動方向/速度の微少速度をカーソル移動パラメータレジ

スタ707内にあるカーソルに位置に加算したものを以ってカーソル位置とする(ステップ1002)。

ステップ1003の判定により、現時点のカーソルが頂点に位置している時には、この頂点を含む面を検索し(ステップ1007)、第5図の様にこの面の数-1の領域に均等角度で分割し各面との対応をとる。この時、カーソルの移動方向/速度のベクトルが、この領域のどの部分を差し示すかによって、面の選択を行う(ステップ1008)。この面と、カーソルが頂点に到達するまで移動していた面とのなす角を求め(ステップ1009)、この角に従って、カーソル移動パラメータ用レジスタ707内の移動方向/速度(ベクトル表現)を頂点を回転の中心として回転させたものを以ってカーソルの移動方向/速度とする(ステップ1010)。この様にして変更したカーソル移動方向/速度の微少速度をカーソル移動パラメータ用レジスタ707内にあるカーソル位置に加算したものを以ってカーソル位置とする(ステ

ップ1002)。

こゝで、移動後のカーソル位置は具体的に次のようにして計算する。現時点のカーソル位置を $P_0 = (P_{cx0}, P_{cy0}, P_{cz0})$ とし、移動後のカーソル位置を $P_1 = (P_{cx1}, P_{cy1}, P_{cz1})$ とすれば、回転後のカーソル移動方向/速度 $V = (V_x, V_y, V_z)$ を用いて、

$$P_1 = P_0 + \mu V$$

すなわち

$$\begin{cases} P_{cx1} = P_{cx0} + \mu \cdot V_x \\ P_{cy1} = P_{cy0} + \mu \cdot V_y \\ P_{cz1} = P_{cz0} + \mu \cdot V_z \end{cases}$$

となる。こゝで μ は速度係数であり、カーソルの速さの係数としてオペレータが事前に設定しておく。

一般的に面と面とのなす角 θ は、各々の面の法線ベクトルから算出できる。すなわち、各面の法線ベクトルを $D_0 = (d_{x0}, d_{y0}, d_{z0})$ 、 $D_1 = (d_{x1}, d_{y1}, d_{z1})$ とすれば、

$$\theta = \cos^{-1} (D_0, D_1) \quad (\text{括弧は内積を表す})$$

て、

$$\begin{cases} d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 = m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 = n_1^2 + n_2^2 + n_3^2 = 1 \\ d_1 d_2 + m_1 m_2 + n_1 n_2 = d_1 d_3 + m_1 m_3 + n_1 n_3 \\ \quad = d_2 d_3 + m_2 m_3 + n_2 n_3 = 0 \end{cases}$$

である。 d_i, m_j, n_k (i, j, k) は、角度 θ 及び、各面の法線ベクトルから求められる。

(発明の効果)

本発明によれば、3次元空間上に存在する3次元図形を2次元表示装置に表示する際に、該3次元図形上の一点を容易に指示することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明方式の原理説明図、第2図は入力装置とカーソルの移動方向/移動速度の説明図、第3図はカーソルが存在する面上での移動速度と移動方向の説明図、第4図はカーソルが3次元図形の辺上に現われた場合の制御の説明図、第5図はカーソルが3次元図形の頂点に現われた場合の制御の説明図、第6図は第5図におけるカーソル位置でのカーソル移動速度と移動方向の一例を示す図、第7図は本発明の一実施例のハードウェア

$$= \cos^{-1} \frac{d_{x0} d_{x1} + d_{y0} d_{y1} + d_{z0} d_{z1}}{\sqrt{d_{x0}^2 + d_{y0}^2 + d_{z0}^2} \sqrt{d_{x1}^2 + d_{y1}^2 + d_{z1}^2}}$$

として算出できる。

任意の点、直線を中心とする平面の回転は、原点を中心とする座標軸の回転と平行移動により表される。すなわち、座標軸回転3×3変換マトリックス $M = \begin{bmatrix} d_1 & m_1 & n_1 \\ d_2 & m_2 & n_2 \\ d_3 & m_3 & n_3 \end{bmatrix}$ と、平行移動ベクトル $a = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix}$ とを用いて、回転後の座標 $\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$ は、回転後の座標 $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$ に対し、下記の様の表現される。

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 & m_1 & n_1 \\ d_2 & m_2 & n_2 \\ d_3 & m_3 & n_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix}$$

こゝで、 $\begin{bmatrix} d_1 \\ m_1 \\ n_1 \end{bmatrix}$ 、 $\begin{bmatrix} d_2 \\ m_2 \\ n_2 \end{bmatrix}$ 、 $\begin{bmatrix} d_3 \\ m_3 \\ n_3 \end{bmatrix}$ は各々回転前のX軸、Y軸、Z軸に対する回転後のX軸、Y軸、Z軸の方向余弦(回転後のX軸、Y軸、Z軸方向の単位ベクトル)を表すものとする。従っ

構成図、第8図は第7図におけるカーソル移動パラメータ用レジスタの内容を示す図、第9図は第7図の全体的動作を示すフローチャート、第10図はカーソル移動パラメータ用レジスタの入力値の変換処理を示すフローチャート、第11図はカーソル描画コマンドとカーソル表示の関係を示す図、第12図はカーソル移動軌跡の表示動作を説明する図である。

100…表示画面、101…多面体、

102…カーソル、103、104…カーソル位置、105…入力装置、

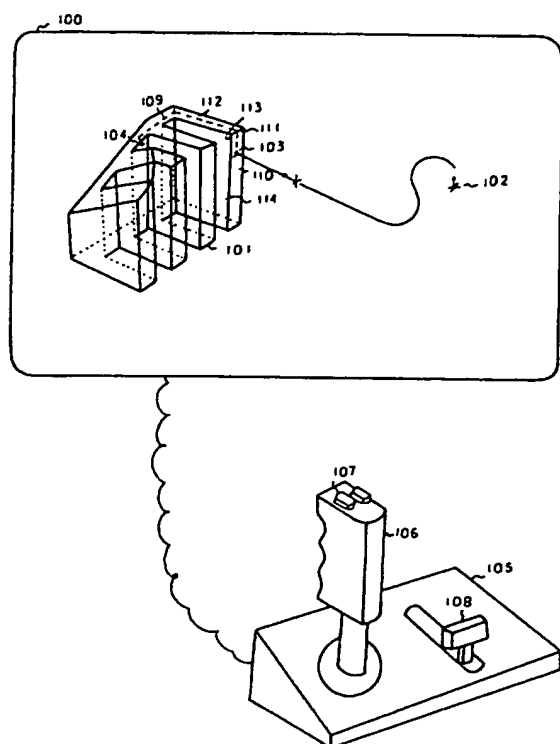
106…レバー、107…入力指示スイッチ、

109…カーソル移動軌跡。

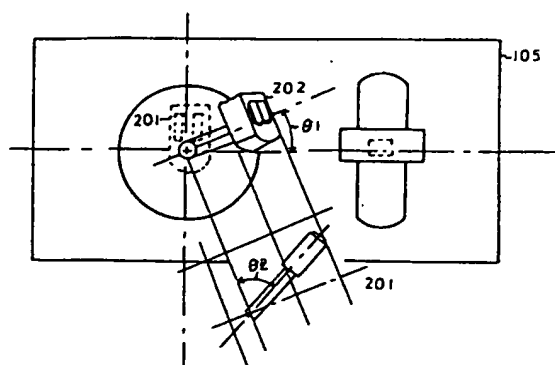
代理人弁理士 鈴木



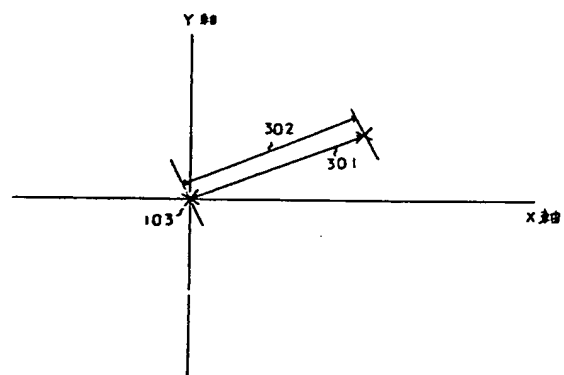
第1図



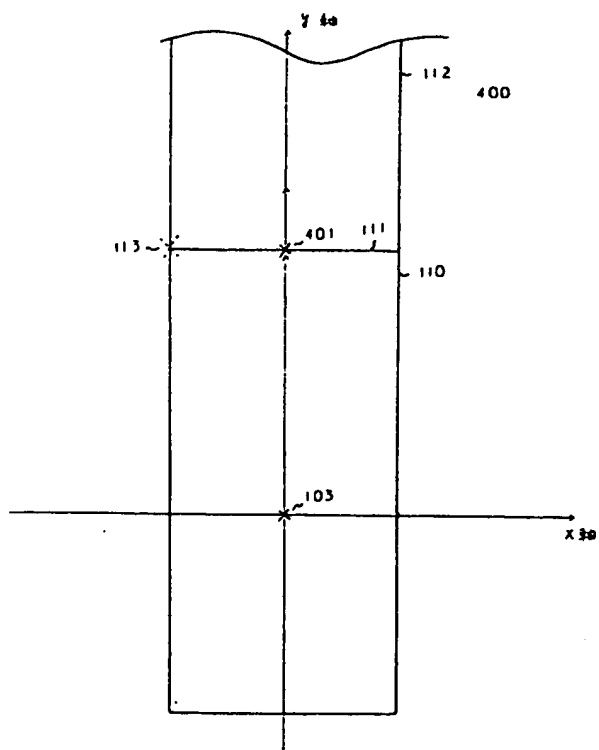
第2図



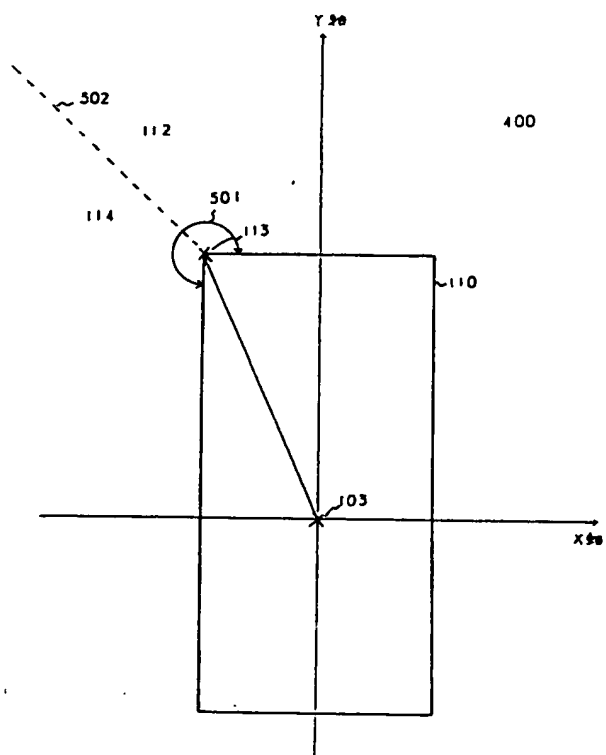
第3図



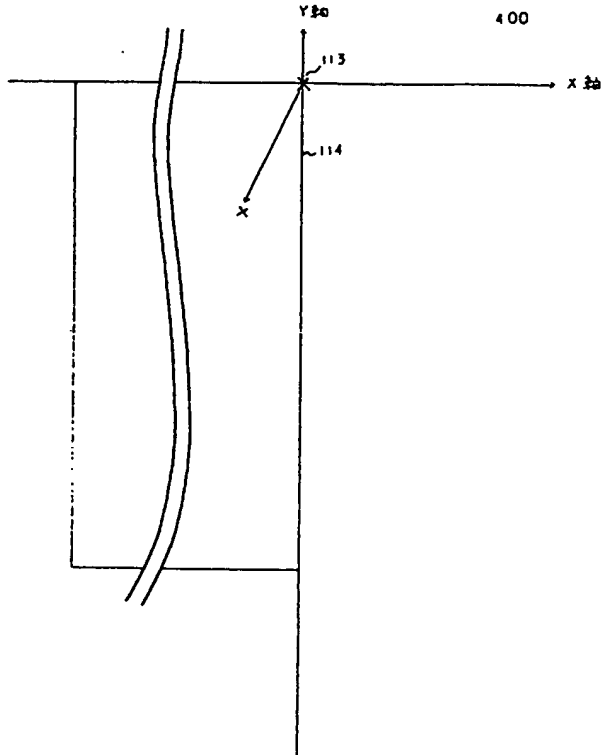
第4図



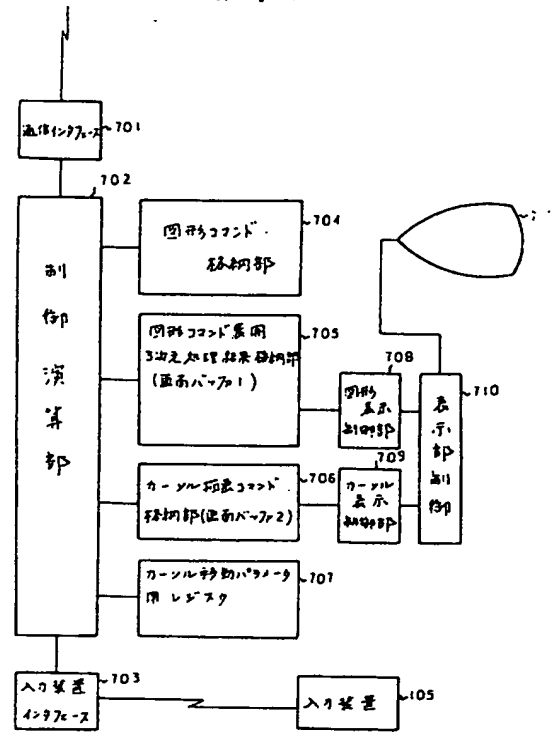
第5図



第6図



第7図

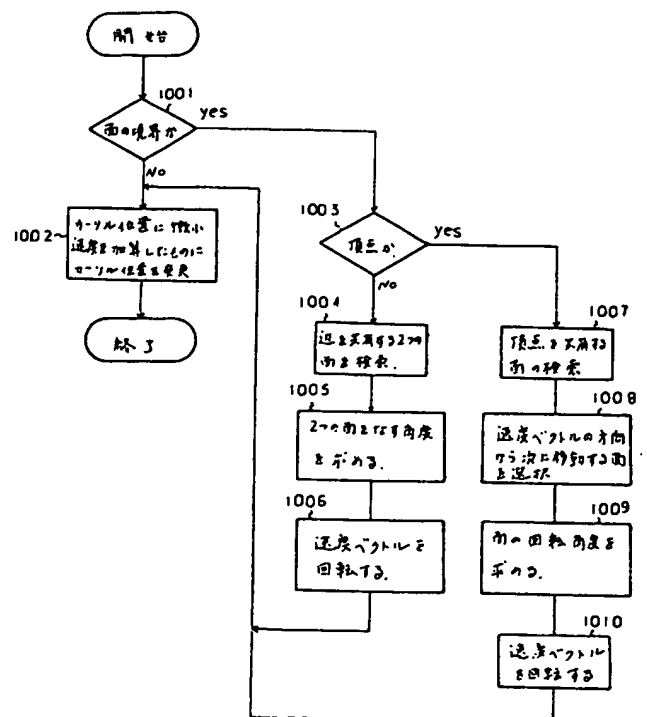
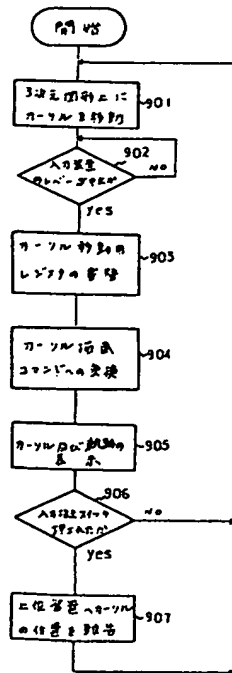


第10図

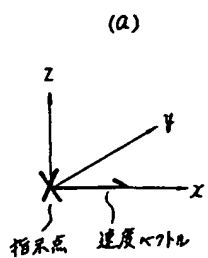
第9図

第8図

レジスタ内容	値
1	カーソル位置 (Pcx, Pcy, Pcz)
2	移動方向/速度 (Vx, Vy, Vz)



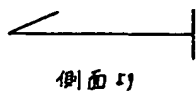
第 11 図



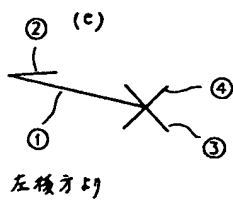
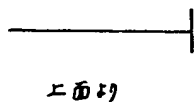
(c)



(b)



(d)



第 12 図

